

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra energetiky

Návrh zařízení pro sledování hladiny paliva v podavači
do kroužkového mlýna

The Design of Monitoring the Fuel Level in the Feeder
into the Ring Mill

Student: Jakub Ptoszek
Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Bohumír Čech

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra energetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Jakub Ptoszek**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 3907R009 Provoz energetických zařízení
Téma: **Návrh zařízení pro sledování hladiny paliva v podavači do kroužkového mlýna**
The Design of Monitoring the Fuel Level in the Feeder into the Ring Mill

Zásady pro vypracování:

Vypracujte návrh zařízení pro sledování hladiny paliva na výstupu z podavače surového paliva ze zásobníku surového uhlí v Elektrárně Dětmárovice.

Bakalářská práce bude obsahovat:

1. Rešerši možných zařízení pro sledování hladiny paliva v řetězovém podavači.
2. Návrh zařízení pro mechanické sledování hladiny.
3. Posouzení přínosu zařízení pro spolehlivý provoz mlýna a spalovacího zařízení.

Grafické práce:

1. Výkresová dokumentace zařízení pro sledování hladiny.
2. Výkresová dokumentace osazení zařízení do PSU EDĚ.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČERNÝ, V. a kol. *Parní kotle a spalovací zařízení*. SNTL Praha, 1975.

KOLAT, P. *Přenos tepla a hmoty*. Skripta VŠB - TU Ostrava, 1987.

ON 074017 *Tepelný výpočet parních kotlů*.

DLOUHÝ, T. *Výpočty kotlů a spalínových výměníků*. Skripta ČVUT Praha, 2005.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

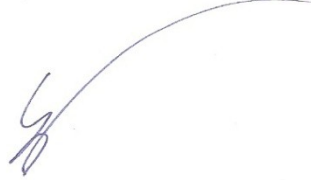
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Bohumír Čech**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013




prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 20.5.2013

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'P. Hájek' or similar, written in a cursive style.

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20.5.2013

Podpis:



Jméno a příjmení autora práce: Jakub Ptoszek

Adresa trvalého pobytu autora práce: Rychvaldská 148, Bohumín, 735 52

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PTOSZEK, J. *Návrh zařízení pro sledování hladiny paliva v podavači do kroužkového mlýna : bakalářská práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2013, 42 s. Vedoucí práce: Čech, B.

Bakalářská práce se zabývá návrhem mechanického zařízení pro sledování hladiny paliva ve skříni podavače surového uhlí v elektrárně Dětmarovice. Nejprve je stručně popsáno kotelní zařízení elektrárny Dětmarovice od samotného objektu kotelny až po kotel PG 650 t.h⁻¹. V další části jsou popsána samotná zařízení mlýnice od zásobníku surového uhlí, přes uhelný mlýn až k uhelným hořákům. V návrhové části je nejprve zhodnocení a popis současné skříně PSU v soustavě s mechanickým hlídačem paliva a v druhé části je popis mnou navrhovaného zařízení. V závěru jsem popsal další možnost hlídání hladiny paliva a zhodnotil přínos mnou instalovaného zařízení. Technická dokumentace navrženého zařízení je součástí přílohy.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

PTOSZEK, J. *The Design of Monitoring the Fuel Level in the Feeder into the Ring Mill : Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Energetics, 2013, 42 p. Thesis head: Čech, B.

The bachelor thesis looks into the design of mechanical device for the monitoring of the fuel level in the case of feeder of raw coal, located in power plant Dětmarovice. The first part of my thesis is brief description of the boilers of Dětmarovice power plant, ranging from the boiler room to the boiler PG 650 t.h⁻¹. Second part describes particular devices of the mill, ranging from raw coal buffer and coal mill to the coal burners. The design part is dividend into two parts. The first part is description and evaluation of the current PSU case in the mechanical fuel monitoring system. The second part consists of the description of the device I suggested. At the end I suggested other possibilities of fuel level monitoring and then evaluated the benefits of the device. Enclosed is the technical documentation of the device.

1.	ÚVOD	8
2.	TECHNICKÝ POPIS KOTELNÍHO ZAŘÍZENÍ EDĚ	9
2.1	Objekt kotelny	9
2.2	Kotel PG 650 t.h ⁻¹	11
2.3	Palivo a produkty spalování	12
2.4	Vzduch – spaliny	12
2.5	Nosná konstrukce kotle	13
3.	UHELNÝ MLÝN KROUŽKOVÝ MKM-33	14
3.1	Popis činnosti mlýna	16
3.2	Technické a ekonomické podmínky provozu	17
4.	MLÝNSKÝ VENTILÁTOR WPM	19
4.1	Technické a ekonomické podmínky provozu	23
5.	ZÁSOBNÍK SUROVÉHO UHLÍ	24
5.1	Technický popis	24
6.	PRÁŠKOVÉ HOŘÁKY	25
6.1	Popis hořáků	25
7.	NÁVRH MECHANICKÉHO ZAŘÍZENÍ PRO HLÍDÁNÍ HLADINY PALIVA	27
7.1	Stručný popis PSU	27
7.2	Technické a ekonomické podmínky provozu	28
7.3	Autonomní ochrany PSU	29
7.4	Podrobný popis skříně PSU	30
7.5	Popis stávajícího mechanického hlídače paliva	32
7.6	Popis navrhovaného mechanického hlídače paliva	35
8.	ZÁVĚR	38
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	40
	SEZNAM PŘÍLOH	40
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	41

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AO	autonomní ochrany
DU	deskové uzávěry
EDĚ	elektrárna Dětmarovice
MKM-33	označení typu uhelného mlýna
ML	mlecí linka
MV	mlýnský ventilátor
PG	parogenerátor
PSU	podavač surového uhlí
ST pára	středotlaká pára
VT pára	vysokotlaká pára
VV	vzduchový ventilátor
WPM-97/2	označení typu mlýnského ventilátoru
ZSB	zabezpečovací systém bloku
ZSU	zásobník surového uhlí

1. ÚVOD

V každé energetické centrále, ať už se jedná o elektrárnu, teplárnu, či výtopnu spalující hnědé, nebo černé uhlí musí být ono palivo nějakým způsobem ze skládky až k uhelným hořákům dopraveno a upraveno na příslušné parametry vhodné pro spalování. V bakalářské práci se touto problematikou budu zabývat od zásobníku surového uhlí, přes podavač surového uhlí, uhelný mlýn až po cestu uhelného prášku práškovody k uhelným hořákům v Elektrárně Dětmarovice. Nicméně hlavním rozebíraným zařízením bude samotný podavač a pro jeho chod nezbytné součásti a příslušenství. PSU v elektrárně Dětmarovice hraje velmi významnou roli, neboť na jeho chodu závisí přísun paliva do kroužkového mlýna a následně i do uhelných hořáku. PSU ve své podstatě ovlivňuje jmenovitý tepelný výkon celého bloku.

V každém PSU elektrárny Dětmarovice musí být hladina paliva nějakým způsobem hlídána a monitorována. K tomu slouží mechanické zařízení, které je umístěno uvnitř podavače a má za úkol snímat tloušťku vrstvy hladiny paliva. V případě, že by došlo k přerušení dodávky paliva v PSU, bude toto zařízení signalizovat problém operátorům na velínu.

Cílem mé práce bude zhodnotit současný stav tohoto mechanického zařízení a navrhnout zařízení nové, popřípadě ho nějakým způsobem inovovat.

2. TECHNICKÝ POPIS KOTELNÍHO ZAŘÍZENÍ EDĚ

Uspořádání EDĚ je blokové, tzn., že každý výrobní blok sestává samostatně z kotle (parogenerátoru) a turbosoustrojí, bez možnosti propojování kotlů a turbogenerátorů mezi sebou. Jednotlivé bloky jsou pozičně řazeny vedle sebe, kotle v samostatné budově kotelní a turbogenerátory v samostatné budově strojovny.

2.1 Objekt kotelní

Kotelna EDĚ má celkový jmenovitý tepelný výkon 800 MW. Je umístěná v samostatném stavebním objektu tzv. výrobním bloku, který plní vymezenou účelovou funkci a tvoří její stavebně i technologicky spojené části v pořadí zauhlování, kotelna, mezistrojovna a strojovna. Prostor kotelní tvoří samostatný požární úsek, jehož délka je 192,0 m, šířka 43,9 m a výška 62,7 m. Konstrukce kotelní jsou nehořlavé a to železobetonový monologický skelet s cihelnými dozdívkami, ocelové konstrukce obslužných plošin, schodišť a nosných konstrukcí vlastní technologie.

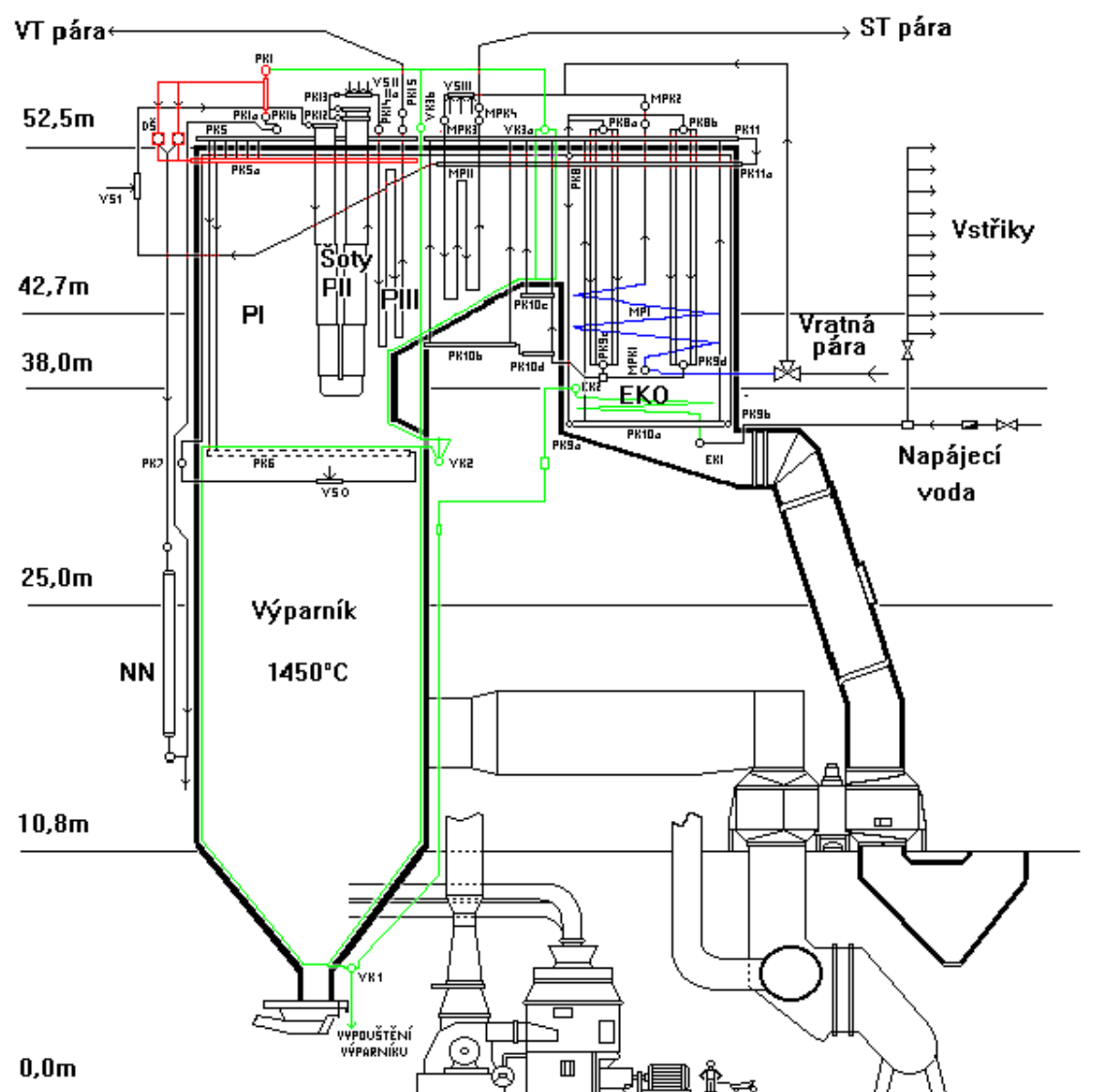
V objektu kotelní jsou umístěny jednak kotle a návazná zařízení čtyř výrobních bloků, a jednak zařízení jednotlivých mlecích linek - mlýnice. Kotle jsou řazeny vedle sebe - PG1 až PG4, mlecí linky jsou taktéž řazeny vedle sebe, vždy čtyři pro jeden kotel, tzn., že ve mlýnici je v řadě celkem 16 mlecích linek.

Objekt kotelní má 1 podzemní, 1 nadzemní podlaží a 5 plošin. V 1 podzemním podlaží na úrovni -4,7 m jsou umístěny struskové pásy, kabelové a potrubní kanály. Na 1 nadzemním podlaží jsou umístěny mlýnské ventilátory, uhelné mlýny, ventilátory těsnícího vzduchu, výsypka kotle s drtiči strusky, struskové jímky. Vně budovy kotelní jsou umístěny vzduchové ventilátory, kouřové ventilátory a elektrostatické odlučovače. Na plošině na úrovni +10,80 m jsou umístěny podavače surového uhlí s deskovými uzávěry, vně objektu regenerační ohříváky spalovacího vzduchu Ljungström a elektrostatické odlučovače popílku. Mezi plošinami na úrovni +10,80 m a plošinou na úrovni +25 m jsou v rozích kotle umístěny plynové a práškové hořáky. Na plošině na úrovni +30,5 m jsou umístěny hlavní uzávěry plynu kotlů a systémy trysek pro likvidaci odpadní vody z odsíření. Na plošině na úrovni +38 m jsou umístěny regulační armatury vstříků, regulační trojcestné ventily páry. U zadní stěny kotelní jsou při každém kotli umístěny agregáty tlumičů kotle a aparatury sond pro měření kyslíku. Na plošině na úrovni +49 m jsou

umístěny armatury pro odvzdušnění jednotlivých částí tlakových celků kotlů, řídicí skříně impulsních pojistných ventilů. Na střeše kotelny jsou umístěny výfuky pojistných ventilů, klapky sání vzduchových ventilátorů a strojovny výtahů.

2.2 Kotel PG 650 t.h⁻¹

Kotel PG 650 t.h⁻¹ je průtlačný, dvoutahový kotel s granulačním ohništěm spalovací komory. Technologický celek kotle sestává jednak z vlastního kotle (výroba tepla = páry) a dále z návazných technologických celků pro výrobu tepla nezbytných (úprava a doprava paliva, přísun spalovacího vzduchu, odtah spalin, zajištění napájení kotle vodou, čištění spalin, odtah popele a strusky). Spalovací komora kotle je obdélníkového průřezu 12×11 m, který je v horní části zúžen nosem vytvořeným z trubek výparníku, přecházejícím do zadní mříže. Práškové hořáky jsou umístěny nad sebou v rozích spalovací komory ve výšce od kóty +13,6 m po kótu +21,55 m.



Obr. 1. Schéma kotle PG 650 t.h⁻¹

2.3 Palivo a produkty spalování

Pro najíždění kotle a stabilizaci spalování během provozu slouží plynové hořáky. Zemní plyn, jako palivo doplňkové, je z vysokého tlaku regulován v regulační stanici umístěné mimo objekt kotelny na tlak střední a dopravován středotlakým plynovodem do kotelny. Na regulačních řadách u každého kotle je dále doregulován na tlak stanovený pro provoz plynových hořáků. Plynové hořáky jsou umístěny v rozích kotle, každý vždy mezi dvěma hořáky práškovými.

Pro běžný provoz kotle jsou určeny práškové nízkoemisní hořáky. Černé uhlí, jako palivo hlavní, je podavači surového uhlí dopravováno ze zásobníků do uhelných mlýnů, kde je semleto na prášek a vzduchem z mlýnských ventilátorů dopravováno práškovody přes práškové nízkoemisní hořáky do spalovací komory kotle.

Popílek jako vyhořelý uhelný prášek je odlučován v elektrostatických odlučovačích, dopravován pneumaticky do zásobních sil popílku a odtud dále distribuován. Elektrostatické odlučovače popílku jsou umístěny před kouřovými ventilátory, sestávají ze čtyř samostatných větví, každá větev ze tří sekcí.

Struska jako spečený vyhořelý uhelný prášek je přes drtiče strusky, umístěnými pod výsypkou kotle, drcena a vynášena na struskové pásy. Těmi je dopravována do zásobníku strusky a dále distribuována.

2.4 Vzduch – spaliny

Spalovací vzduch je dodáván do kotle dvěma vzduchovými ventilátory umístěnými vně budovy kotelny. Vzduch je protlačován přes dva regenerační ohříváky vzduchu typu Ljungström, které jsou umístěny za kotlem na samostatné konstrukci, které předávají teplo ze spalin do vzduchu pomocí otáčejících se plechových košů v rotoru. Ohřátý vzduch vstupující do kotle se dělí na primární, sekundární a terciální. Primární vzduch je hnán mlýnským ventilátorem do uhelného mlýna, odkud unáší semletý uhelný prášek. Tato směs proudí práškovody do práškových hořáků. Primární vzduch je nosným médiem semletého uhelného prášku. Sekundární vzduch vstupuje přes regulační žaluziové klapky do práškových hořáků, kde se na ústí hořáků přes vířič mísí se směsí uhelného prášku a primárního vzduchu. Spalování uhelného prášku v oblasti hořáků probíhá s řízeným nedostatkem vzduchu - nízkoemisní spalovací systém, chybějící množství vzduchu

potřebné k dokonalému spálení prášku je dodáváno do kotle jako vzduch terciální - dohořivací, přes čtyři samostatné vzduchové trysky OFA umístěné v rozích kotle nad hořáky, na kótě +26 m. Mimo spalovací vzduch vstupuje do kotle ještě vzduch chladicí, který je nutný ke chlazení neprovozovaných plynových hořáků, ke chlazení snímačů plamene, kamer a radiometrů. Dále vstupuje do kotle vzduch falešný, který je přísáván netěsnostmi na vzduchospalinovém traktu a spalovací komoře.

Spaliny jsou z kotle odsávány kouřovými ventilátory přes regenerační ohříváky vzduchu, kde předají teplo vzduchu, přes elektrostatické odlučovače popílku a pouštěny buď do odsíření a dále přes komín odsíření do ovzduší nebo přes komín původní do ovzduší přímo. V celém spalinovém traktu od spalovací komory až po kouřové ventilátory je udržován podtlak.

2.5 Nosná konstrukce kotle

Kotel jako celek je zavěšen na nosné ocelové konstrukci a dilatuje směrem dolů. Hlavní nosníky stropu jsou usazeny na sloupech, které náleží do ocelové konstrukce budovy kotelní. Pevný bod, vzhledem k dilatování kotle, je na stropě předního tahu, takže kotel dilatuje směrem dolů a směrem k zadnímu tahu.

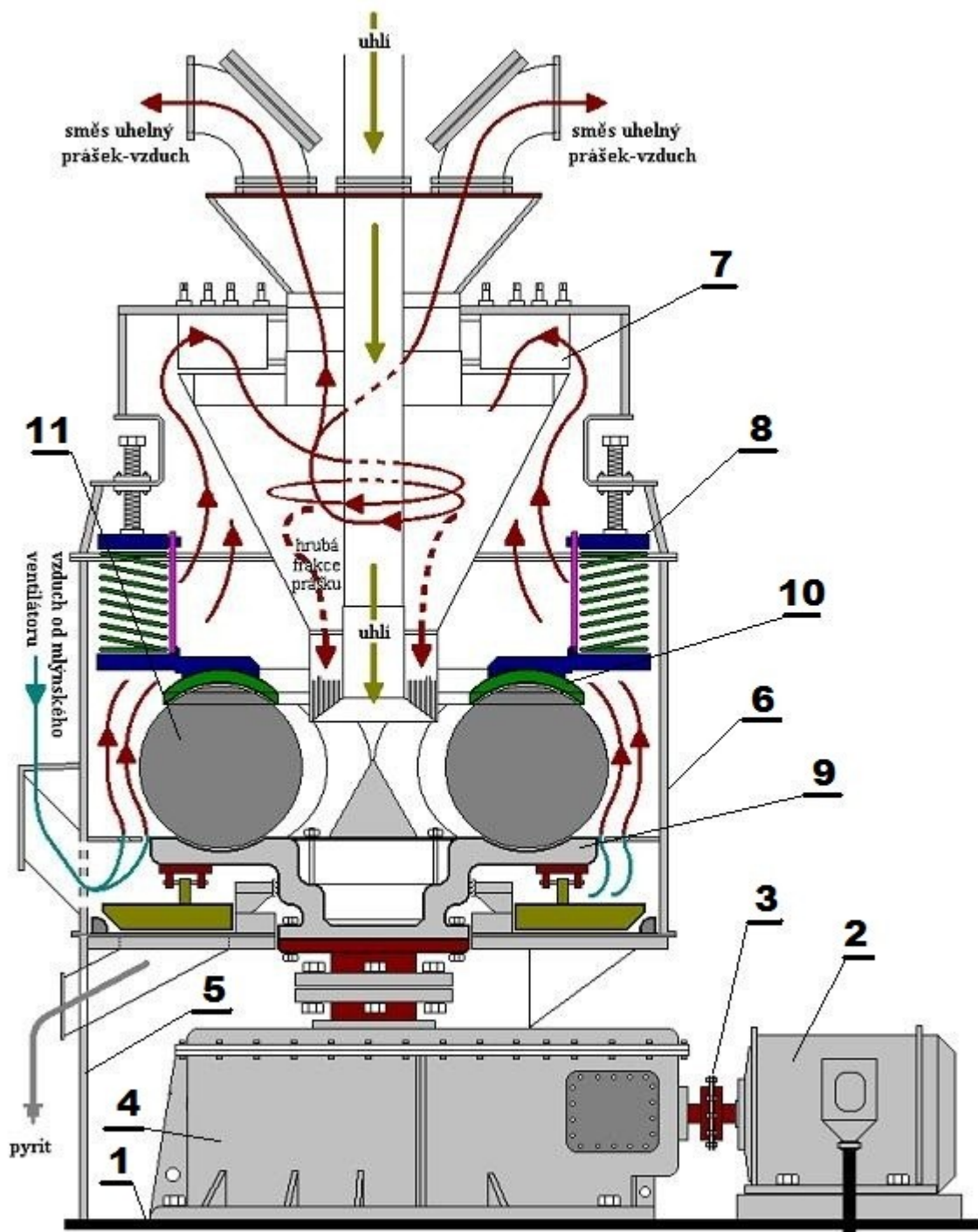
Kotel je konstruován jako dvoutahový, kde přední tah představuje spalovací komoru a šotový prostor, mezitah prostor přehřívákový, v zadním tahu kotle je umístěn první stupeň mezipřehříváku a ekonomizér.

Vnější stěny kotle od struskových výsypek až po konec zadního tahu jsou provedeny jako membránové, vzduchotěsné. Pouze partie kolem hořáků, dvířek a průlezů a také další otvory jsou utěsněny vyzdívkou nebo výduskou. Kotel jako celek je izolován deskami z minerální plsti a oplechován. Taktéž jsou izolovány všechny kouřovody, vzduchové kanály horkého i studeného vzduchu a potrubí.

3. UHELNÝ MLÝN KROUŽKOVÝ MKM-33

Uhelný mlýn typu MKM-33 se skládá z následujících základních souborů:

- 1) základová deska, 2) elektromotor, 3) spojka typu BKN, 4) převodová skříň,
- 5) podstavec mlýna, 6) komora mlýna, 7) třídič, 8) pružinový přitlačný systém,
- 9) mlecí kruh, 10) přitlačný kruh, 11) mlecí koule.



Obr. 2. Schéma uhelného mlýna MKM-33

U jedoucího bloku jsou v provozu vždy tři mlýny a jeden je v záloze pro případ poruchy a je schopen k okamžitému najetí.

Hnacím elementem celého zařízení je elektromotor typu SZJr-138r o výkonu 400 kW a 735 ot.min^{-1} . Elektromotor je ustaven na přesuvných deskách, přišroubovaných do základové desky elektromotoru, která je spojena se základem pomocí 4 základových šroubů. Konstrukce přesuvných desek pod motorem je provedena tak, aby byla možnost přesunutí motoru v rovině ve směrech na sobě kolmých za účelem ustavení motoru.

Spojení převodové skříně mlýna s motorem je provedeno gumovou spojkou BKN. Převodová skříň spočívá na desce podstavce, připevněné k základové desce pomocí dvanácti základových šroubů.

Souborem přenášejícím požadovaný výkon a regulujícím otáčky elektromotoru je dvoustupňová převodová skříň o výkonu 370 kW. Veškeré části převodovky jsou umístěny v litinové skříně, skládající se z podstavce a víka. S ohledem na snazší montáž a demontáž je víko rozděleno na dvě části, přičemž dělicí rovina prochází osami hřídelí.

Převodová skříň je vybavena centrálním mazáním ložisek a ozubených kol.

Na podstavci mlýna je uložena komora mlýna spojená s podstavcem spojovacími šrouby. Ustavení podstavce mlýna do roviny se provádí pomocí základových kozlíků s regulačními šrouby.

Komora mlýna je vybavena přeletovým prstencem. Komora mlýna je dále opatřena vstupy pro horký sušící vzduch, umístěné v dolní části válce komory. Mimo to je komora vybavena kontrolními dvířky a dále dvířky pro montáž a demontáž mlecích koulí. V horní části komory mlýna jsou umístěna vedení pro opěrný-přítlačný soubor. Na komoře mlýna je přišroubován třidič, skládající se z vnější části, opatřené kontrolními dvířky, víko, na kterém jsou upevněny řídicí lopatky vnitřního teleskopického kužele, výstupní hlavice a svodka.

Základním pracovním elementem jsou mlecí koule, točící se na drtícím prstenci, spočívajícím na jařmě nalisovaném na hlavním hřídeli skříně. Koule jsou přitlačované seshora nepohyblivým přitlačným prstencem.

Odpovídající tlak potřebný pro mletí je vyvozen pomocí přitlačného pružinového souboru.

3.1 Popis činnosti mlýna

Krouticí moment se přenáší z elektromotoru přes spojku, první a druhý stupeň převodové skříně na hlavní hřídel, z něj přes jařmo na dolní prstenec způsobující jeho otáčení a obíhání koulí na dráze prstence. Uhlí padající centrální svodkou se dostává mezi otáčející se drtící prstenec a otáčející se koule, kde je rozdrčeno a semleto. Odpovídající síla potřebná pro rozdrčení uhlí se získává tlakem pevného přitlačného prstence pomocí čtyř přitlačných zařízení. Přitlačné zařízení je regulovatelné. Přitlačná síla je závislá na tvrdosti mletého uhlí a požadované jemnosti mletí, udávané odpovídajícím zůstatkem na síti.

Semleté uhlí je unášeno zpod mlecích koulí proudem horkého sušícího vzduchu. Proud horkého sušícího vzduchu se dostává do mlecího prostoru štěrbinou mezi drtícím a přeletovým prstencem a směrovanými štěrbinami v přeletovém prstenci.

Dostatečně semleté uhlí je okamžitě unášeno do třídiče, kde nastává další oddělení hrubých frakcí prášku a jejich návrat k opětnému semletí. Správně semletý uhelný prášek je v podobě směsi prášek - vzduch transportován práškovým potrubím k hořákům kotle.

Odpovídající jemnost mletí je ovlivňována množstvím sušícího vzduchu přes mlýn regulováním řídicích lopatek regulační klapky v sání mlýnského ventilátoru a odpovídajícím technickým stavem mlýna.

Spolu s uhlím přicházející pyrit, lupky a kovové části přepadávají z mlecího do pyritového prostoru mlýna a jsou shrnovány k přesypové komoře, odkud je pyrit dle potřeby ručně odsypáván.

Spotřební údaje zařízení

Výrobce mlýna: Polsko

Počet jednotek na jeden kotel: 4

Výkon pohonu jednotky: 370 kW

Max. mlecí výkon: $9,15 \text{ kg.s}^{-1} = 33 \text{ t.h}^{-1}$

Zrnitost surového uhlí: 0 – 30 mm

Otáčky rotoru – mlecích elementů: 37 ot.min^{-1}

Převodová skříň: $735 / 37 \text{ ot.min}^{-1}$

Celková hmotnost: 103 t

Hmotnost převodové skříně: 24,5 t

Množství sušícího vzduchu: $12,5 \text{ m}^3.\text{sec}^{-1}$

Max. teplota sušícího vzduchu: $370 \text{ }^{\circ}\text{C}$

3.2 Technické a ekonomické podmínky provozu

Minimální výkon mlýna

Minimální výkon mlýna, co se týče množství semletého uhlí za hodinu, je dán minimální přípustnou koncentrací uhelného prášku ve směsi s primárním vzduchem, která zaručuje stabilní hoření. Převedeno na otáčky PSU, nesmí tyto za provozu kotle klesnout pod 20 % (1 ot. min^{-1}).

Z hlediska tepelného příkonu mlýna do kotle se tato mez s klesající kvalitou uhlí (menší výhřevnost, větší obsah vody a popelovin) posouvá směrem nahoru. Stabilitu hoření je povinen trvale monitorovat operátor kotle pomocí kamer Dimac.

Z hlediska rychlosti opotřebování mlecího souboru, zejména mlecích koulí a spodního mlecího kruhu, je při dodržení této meze zaručeno dostatečné množství mletého uhlí mezi koulemi a mlecím kruhem. Při zatížení mlýna menším nebo dokonce při chodu naprázdno - bez paliva je opotřebovávání mlecího souboru enormně rychlé, proto je nutno takovýto provoz minimalizovat.

Mlýn by neměl být v provozu bez uhlí déle než 2 minuty, při výpadcích paliva za provozu mlýna a nemožnosti obnovení plynulého toku paliva je nutno mlýn odstavit nejpozději po 5 až 10 ti minutách.

Maximální výkon mlýna

Maximální výkon mlýna, co se týče množství semletého uhlí za hodinu, je dán mezním množstvím, kdy je ještě mlýn schopen dokonale semlít a vysušit palivo. Pro projektové parametry paliva je tato mez stanovena na 33 t.h^{-1} .

Z hlediska tepelného příkonu mlýna do kotle se tato mez s klesající kvalitou uhlí (menší výhřevnost, větší obsah vody a popelovin) posouvá směrem dolů.

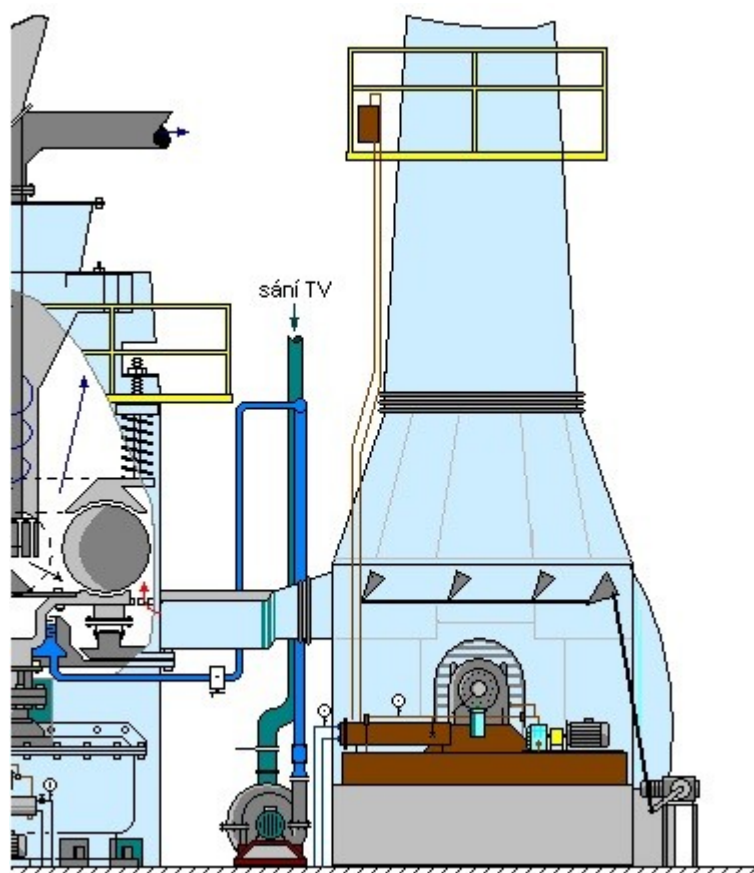
Při provozu mlýna na výkonu větším než je mezní pro dané palivo dochází k zamletí mlýna. Zamletí se projeví:

- postupným trvalým otevíráním klapek regulace množství primárního vzduchu (snaha protlačit přimletým mlýnem žádané množství vzduchu) bez odezvy ve zvyšování množství vzduchu,
- postupným trvalým snižováním množství primárního vzduchu proudícího přes mlýn,
- postupným trvalým zvyšováním ampérického zatížení pohonu mlýna,
- postupným trvalým snižováním teploty směsi za třídičem při na 100 % otevřené klapce horkého vzduchu a zavřené klapce studeného vzduchu.

4. MLÝNSKÝ VENTILÁTOR WPM

Ventilátor WPM se skládá z následujících souborů:

- 1) rám včetně podstavců ložisek, 2) rotor, 3) skříň a difuzor, 4) vstupní hrdlo, 5) žaluziové regulační zařízení, 6) hřídel s uložením, 7) mazací zařízení, 8) poháněcí elektromotor.



Obr. 3. Schéma mlýnského ventilátoru WPM

Jednoprúdový radiální ventilátor WPM-97/2 je určen pro dopravu vzduchu a spalín o teplotě média nepřekračující 370 °C. Ventilátor pracuje spolu s mlýnem typu MKM-33. Ventilátor je uložen v kluzných ložiskách. Jednoduchá konstrukce uložení umožňuje lehkou montáž a opravy. S ohledem na jistý chod a bezporuchový provoz byly použity u oběžného kola velké úhly lopatek. Způsobuje to pokles maximální účinnosti, ale díky menším rozměrům rotoru je tento méně zatížen a nevyžaduje profilovaných lopatek. Pro zvýšení výkonu ventilátoru byla provedena úprava lopatkování.

Rám

Skříň mlýnského ventilátoru (MV), vstupní hrdlo, podstavec ložisek a mazací zařízení jsou ustaveny a připevněny na společném rámu. Usnadňuje to přesné vymezení vzájemného položení jednotlivých částí při montáži ventilátoru a zároveň dovoluje rychlejší a lepší provádění opravy.

Rám je proveden jako svařovací konstrukce z profilů U 200, zesílených pod ložisky plechovými deskami. S ohledem na dopravní rozměry je část rámu, na kterou se upevňuje mazací zařízení, provedena zvlášť a musí být připravena na místě při montáži ventilátoru.

Rám je zakotven do základu kotevními šrouby M20×580, pro které musí být provedeny v základě otvory o rozměrech 100×100×450 mm. Pro zvětšení tuhosti se dodatečně vyplní betonem část rámu pod ložiskovými podstavci.

Rotor

Jednoprúdový rotor se skládá z náboje a rotorového kola. Náboj je odlit z chromové litiny. Do náboje je přišroubováno kolo 15-ti šrouby M20 a jedním lisovaným šroubem M24. Zaručuje to jednoznačné uložení motorového kola vzhledem k nábojům. Rotorové kolo se skládá z nosného disku, lopatek a krytu.

Nosný disk je z pevnostních důvodů proveden kuželově tak, že jeho největší tloušťka je u náboje a na obvodu nejmenší.

Do nosného disku jsou zavařeny plechové lopatky o síle 8 mm, které v místech vystavených největší erozi mají navařenou vrstvu z otěruvzdorného materiálu.

Kryt rotoru se skládá z disku, vstupního prstence a těsnícího prstence vzájemně svařených spolu s lopatkami. Rotor je staticky i dynamicky vyvážen. Rotor je základním pracovním elementem ventilátoru, ve kterém je mechanická energie předávána dopravovanému médiu.

Skříň ventilátoru

Skříň ventilátoru je provedena jako plechová o dvou rovnoběžných stěnách. Boční stěna má tvar přibližný logaritmické spirále. Ve skříně se hromadí médium, vystupující z rotoru. V jedné boční stěně je proveden nasávací otvor, do kterého se upevňuje difuzor. Účelem difuzoru je rovnoměrné zavedení média do rotoru a oddělení sacího prostoru od výtlačného. Z tohoto důvodu je velmi důležité, aby byla dodržena v dokumentaci uvedená velikost vstupní mezery mezi difuzorem a oběžným kolem.

Stěny skříně jsou z vnější strany vyztuženy úhelníky a plochými železy. V dolní části jsou opěrné plechy, kterými se upevní skříň k rámu. Z důvodu přepravy a montáže je skříň ventilátoru rozdělena na 3 části. Dvě části se při konečné montáži částečně svaří, třetí část slouží pro demontáž oběžného kola. V boční stěně skříně (spirále) je průlez pro kontrolu a opravy oběžného kola a v zadní stěně je kontrolní otvor, sloužící pro upevňování závaží při vyvažování rotoru v ložiskách. Na výtlačné straně je připevněna ke skříně ucpávka, která slouží k utěsnění otvoru pro hřídel, aby médium neunikalo z ventilátoru.

Kolenový vstup

Vstupní kolenové hrdlo je provedeno jako plechová skříň, jejím účelem je přívod média do skříně ventilátoru. Hrdlo je svařeno z plechu o tloušťce 8 mm a vyztuženo úhelníky a plochými železy. Vzhledem k demontáži oběžného kola je hrdlo děleno a opatřeno rovněž vstupním otvorem. V místě průchodu hřídele je hrdlo utěsněno azbestovým prstencem, který je přitlačován ocelovým víkem.

Žaluziová regulační klapka

Za účelem regulace aerodynamických parametrů ventilátoru je umístěno před vstupním hrdlem regulační zařízení. Toto se skládá z plechové skříně a čtyř profilových lopatek zabudovaných otočně. Uspořádání pák je provedeno tak, že lopatky mají stejný úhel natočení toliko při úplném otevření nebo úplném zavření.

Ve středních polohách zaujímají lopatky různé natočení, optimální z hlediska průtoku média. Lopatky jsou regulovány servopohonem. Úhel otevření je 0° až 88° . Délka ramene regulační páky je 250 mm.

Hřídel a uložení

Prostřednictvím hřídele je přenášén kroutící moment z elektromotoru přes čepovou spojku na oběžné kolo. Hřídel je uložena na dvou kluzných ložiskách, je vykována z oceli ST-5 a pracuje v podkritických otáčkách. Ložisko na straně spojky je provedeno jako pevné. Ložiska sestávají z litinových skříní a pánví. Ložiskové pánve jsou vylity cínovou ložiskovou slitinou L 83. Uvnitř jsou ložiska utěsněna ostříkovacími kroužky a navenek labyrinthovými prstenci. Ložiska jsou mazána tlakovým olejem.

Spotřební údaje zařízení

Výrobce ventilátoru: Polsko

Počet jednotek na jeden kotel: 4

Výkon pohonu jednotky: 630 kW

Napětí elektromotoru: 6 kV

Hmotnost elektromotoru: 3550 kg

Otáčky ventilátoru: 1490 ot.min^{-1}

Hmotnost ventilátoru: 7650 kg

Dopravní množství: $2833 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

Teplota vzduchu: 300°C

Doba rozběhu: 17 s

Celkový tlak: 8330 / 12000 Pa

4.1 Technické a ekonomické podmínky provozu

Minimální výkon ventilátoru

Minimální výkon ventilátoru, co se týče množství primárního vzduchu do mlýna, je dán minimální přípustnou rychlostí uhlénoho prášku ve směsi s primárním vzduchem, která zaručuje neusazování v práškovodech. Dopravní výkon ventilátoru nesmí za provozu mlecí linky klesnout pod $8 \text{ Nm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Maximální výkon ventilátoru

Maximální výkon ventilátoru, co se týče množství primárního vzduchu do mlýna, je dán maximálním dopravním množstvím primárního vzduchu při lopatkách regulační klapky otevřených na 100 %. Toto množství je závislé na koncentraci uhlénoho prášku ve směsi s primárním vzduchem a odporem mlýna (výkonem, popř. zamletím mlýna).

Dopravní výkon ventilátoru nepřesáhne za provozu mlecí linky $15 \text{ Nm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

5. ZÁSOBNÍK SUROVÉHO UHLÍ

5.1 Technický popis

Každý ze čtyř kotlů má 4 samostatné zásobníky surového uhlí užitečného objemu 280 m³. Zásobník je umístěn mezi podlažími +25 m a +10,8 m. Celková výška zásobníku je 11,660 m. Horní část zásobníku je svislá, s půdorysnými rozměry 5000 x 9000 mm. Spodní část zásobníku tvoří šikmé stěny zužující se směrem k PSU. Tyto šikmé stěny jsou vyloženy nerezovým plechem pro zabránění klenbování paliva, zbytek zásobníku je opatřen speciálním dvouvrstevným nátěrem. V podlaží +25 m jsou nad zásobníkem 4 násypné otvory rozměrů 700 x 1800 mm. U každého zásobníku jsou přes plošinu +25 m dva průlezy s uzavíratelným poklopem a jeden osvětlovací koš.

Součástí ZSU je obslužná plošina +14,2 m. Slouží k prohrábnutí kleneb uhlí v zásobníku prostřednictvím spichovacích otvorů a dále pro přístup k průlezu do spodní části zásobníku, umístěnému na pravé straně.

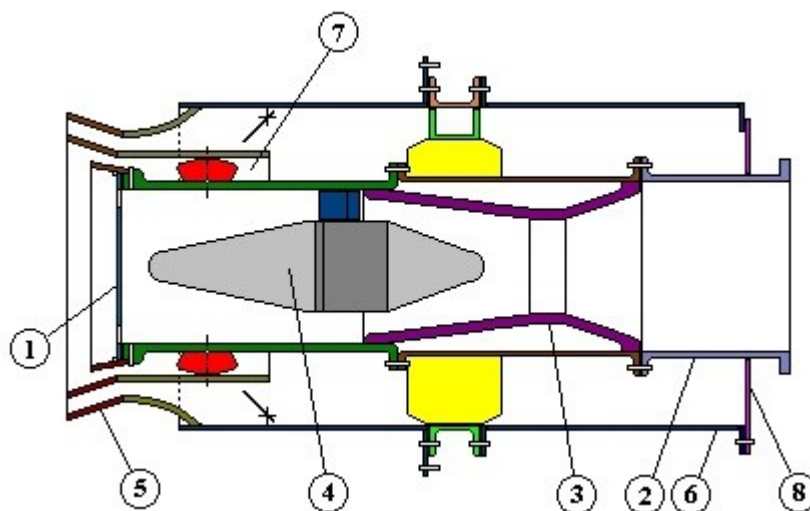
Pro zajištění toku paliva ze zásobníku surového uhlí na podavače a pro jeho přerušení slouží deskové uzávěry zásobníku surového uhlí. Každý podavač surového uhlí je oddělen od zásobníku surového uhlí deskovými uzávěry. Deskové uzávěry jsou celkem 3, každý se samostatným pohonem. První dva DU (při pohledu od hnací rozety) tvoří 4/5 plochy (2x 2/5), poslední DU uzavírá 1/5 plochy.

Pro uvolňování zaklenbovaného paliva na stěnách ZSU nebo PSU jsou instalovány vzduchová děla - odstřelovače.

6. PRÁŠKOVÉ HOŘÁKY

Práškový uhelný hořák se skládá z následujících souborů:

- 1) stabilizátor plamene, 2) potrubí primární směsi, 3) Venturiho trubice, 4) koncentrátor, 5) tryska terciálního vzduchu, 6) vzduchová skříň, 7) tryska sekundárního vzduchu, 8) uzavírací deska



Obr. 4. Schéma uhelného práškového hořáku

6.1 Popis hořáků

Jsou umístěny v rozích spalovací komory. V každém rohu jsou umístěny čtyři hořáky, tzn. od každé mlecí linky jeden. Mezi hořáky pro uhlý prášek jsou umístěny najížděcí a stabilizační plynové hořáky. V každé hořákové skříni jsou tedy 4 práškové hořáky a 3 plynové hořáky.

Přívod sekundárního spalovacího vzduchu ke každé hořákové hubici je možno uzavřít a regulovat žaluziovou klapkou. Žaluziové klapky se dají otevřít mezi 0 ÷ 100 %. Vlastní listy žaluziových klapek jsou nastaveny tak, aby bylo zajištěno dostatečné chlazení neprovozovaných práškových hořáků sekundárním vzduchem i při zavřené poloze klapky. Pro trvalé nastavení žaluzií v pootevřené poloze jsou do každé klapky navařeny pevné dorazy z kulatiny $\varnothing 16$ mm.

V roce 1994 proběhla výměna původních proudových práškových hořáků za nízkoemisní proudově-vířivé práškové hořáky firmy IVO International. Zároveň byly do

rohů spalovací komory na úrovni +25,5 m doplněny trysky dohořivacího vzduchu s odpovídajícími klapkami, pohony, měřením a regulací.

Nové nízkoemisní hořáky byly původně vyvinuty firmou Babcock-Hitachi K. K. z Japonska. Další vývoj ve spolupráci firem IVO Internacional a Babcock-Hitachi dospěl k dnešním hořákům, které zajišťují spalování uhlí ve vysokoteplotní redukční substechiometrické atmosféře za velice spolehlivého zapalování prášku a vysoké účinnosti spalování.

Hořáky jsou kombinované, tj. proudově-vířivé, s dvouvětvovým prouděním a usměrněním spalovacího vzduchu, jsou vybaveny koncentrátorem prášku a vířivým zubovým kroužkem v ústí hořáku.

7. NÁVRH MECHANICKÉHO ZAŘÍZENÍ PRO HLÍDÁNÍ HLADINY PALIVA

7.1 Stručný popis PSU

Řetězový podavač surového uhlí navazuje bezprostředně na uzávěr zásobníku surového uhlí. Je umístěn pod zásobníkem na kótě +10,80 m. Ložiska jsou umístěna vně skříně s ohledem na přetlakový mlecí okruh. Hřídele prochází stěnami přes ucpávky. Napnutí řetězu je zajištěno pružinami, které odtlačují napínací stanici směrem od hnací hřídele.

Napínací stanice jsou uloženy na kluzkém vedení na straně výstupu paliva z podavače, pohon podavače je na straně výstupu paliva ze zásobníku. Krouticí moment motoru s frekvenčním řízením otáček je přenášén přes planetovou převodovku, dále přes čelní ozubený převod 1: 2 na hnací hřídel podavače.

Podavače jsou vybaveny magnetickými snímači, které signalizují přerušení chodu řetězu a měřením otáček podavače. Otáčky podavačů jsou měřeny indukčními snímači, umístěnými na hnaném hřídeli podavače, jejich výstupní signál je upraven pro možnost zapojení na centrální regulaci. Z podavačů je uhlí vedeno do mlýna svislou plechovou svodkou.

Podavače surového uhlí jsou umístěny na úrovni +10,80 m v příčné řadě u zadní stěny kotelny, jsou vřazeny mezi zásobníky surového uhlí a mlýny a konstrukčně celé zavěšeny na zásobnících.

Spotřební údaje zařízení

Výrobce: 1. brněnská strojírna

Počet jednotek na jeden kotel: 4

Výkon pohonu jednotky-elektromotoru: 18,5 kW

Napětí elektromotoru: 380 V

Otáčky PSU: 0,5 - 5 ot.min⁻¹

Dopravní množství uhlí: 33 t.h⁻¹

7.2 Technické a ekonomické podmínky provozu

Minimální výkon PSU

Minimální výkon PSU, co se týče množství dopraveného uhlí za hodinu, je dán minimální přípustnou koncentrací uhelného prášku ve směsi s primárním vzduchem, která zaručuje stabilní hoření. Převedeno na otáčky PSU, nesmí tyto za provozu kotle klesnout pod 20 % (1 ot.min^{-1}).

Z hlediska tepelného příkonu mlýna do kotle se tato mez s klesající kvalitou uhlí (menší výhřevnost, větší obsah vody a popelovin) posouvá směrem nahoru. Stabilitu hoření je povinen trvale monitorovat operátor kotle pomocí kamer Dimac.

Maximální výkon PSU

Maximální výkon PSU, co se týče množství dopraveného uhlí za hodinu, je dán mezním množstvím, kdy je ještě mlýn schopen dokonale semlít a vysušit palivo. Pro projektové parametry paliva je tato mez stanovena na 33 t.h^{-1} .

Z hlediska tepelného příkonu mlýna do kotle se tato mez s klesající kvalitou uhlí (menší výhřevnost, větší obsah vody a popelovin) posouvá směrem dolů.

7.3 Autonomní ochrany PSU

Autonomní, nebo též samostatné ochrany se vztahují k zásahu vždy jen pro jedno konkrétní zařízení, v tomto případě PSU. V tomto případě je ochranou myšleno odstavení PSU, protože vzhledem k překročení kritické hodnoty některé z příčin zásahu, nelze PSU momentálně provozovat dál. Těmito ochranami lze předcházet větším škodám na zařízení ML.

zásah AO	příčina zásahu	kritická hodnota - stav -	časové zpoždění do zásahu
odstavení PSU	elektro ochrana	1	0
	suma poruch frekvenč. měniče	1	0
	otáčky PSU < MIN	0,5 min ⁻¹	5 s
	množství prim. vzduchu < MIN	4,2 Nm ³ .s ⁻¹	20 s
	teplota primární směsi za ML	55 °C	0
	výpadek obou VV	1	0
	vypnutí ML	1	0
	výpadek paliva - „palivo = 0“	1	120 s
	teplota směsi za třídičem	55 °C	0
	nouzové vypnutí	1	0
	hašení mlýna	1	0
	zásah ZSB	1	0
	otevření víka PSU	1	0

Tab. 1. Autonomní ochrany PSU

7.4 Podrobný popis skříně PSU

V každém PSU elektrárny Dětmárovice je nutno nějakým způsobem pohlídat přísun paliva do kroužkového mlýna. Pro tento účel slouží mechanické zařízení, které je umístěno uvnitř skříně PSU.

Skříň PSU je obdélníkového průřezu o rozměrech 615 x 928 mm a dlouhá 5640 mm vyrobena z ocelového plechu tloušťky 6 mm, včetně obdélníkových přírub sloužících k uchycení hnací hlavy na jedné straně a hnané hlavy na straně druhé. Celá skříň PSU je z vnější strany lemována jak podélným, tak i příčným žebrováním, které slouží pro zvýšení tuhosti konstrukce.

Uvnitř skříně jsou tzv. dva stoly po kterých je tahán řetěz podavače. Horní stůl, po kterém je řetěz tahán směrem k hnací hlavě podavače, je tvořen osmi navařenými ocelovými L profily ke stěnám skříně po celé délce s roztečí zhruba 685 mm. Na tyto profily je našroubován plech tl. 10 mm z ořezvzdorné oceli, který tvoří horní stůl.

U podavačů v EDĚ jsou dva druhy spodních stolů. První a zároveň starší, tvoří samotná spodní strana skříně PSU a na ní navařený ořezvzdorný plech tl. 10 mm tzn. že řetěz je tahán jen po tomto plechu a tudíž po čase provozu začal řetěz do spodního stolu vydírat rýhy. Proto začali později dělat variantu druhou. Spodní stůl se začal vykládat čedičovou vyzdívkou po celé spodní ploše a boční stěny do výšky řetězu. Na tomto stole je již opotřebení oproti první variantě minimální.

Při pohybu řetězu po obou stolech musí být řetěz zajištěn proti přizvednutí tak, aby neustále ležel na obou stolech. Na horním stole je toto zajištěno samotným horním dílem skříně tzn. že mezi horním stolem a vrchním krytem skříně PSU je mezera pouze o trochu vyšší, než je výška řetězu. Nad řetězem ležícím na spodním stole je přizvednutí zajištěno z obou stran vodícími lištami tvořenými z ocelového L profilu přišroubovanými do stěn skříně osmi šrouby na každé straně.

Dalším problémem u skříně PSU bylo prodírání bočních stěn skříně nad úrovní horního stolu. Řetěz za chodu svými bočními plochami tyto prostory prodíral. Z tohoto důvodu byly na obě vnější stěny v této úrovni navařeny U profily po celé délce skříně.

Tímto vznikl náhradní uzavřený prostor, který brání úniku uhlí ven z PSU v případě prodření pláště skříně.

Hradítko umístěné na konci horního stolu před hnací hlavou je umístěno do výšky 180 - 200 mm nad horní stůl.



Obr. 5. Skříň PSU

7.5 Popis stávajícího mechanického hlídače paliva

Mechanické zařízení v PSU elektrárny Dětmarovice má za úkol signalizovat stav, zda podavačem palivo prochází, či nikoliv. Jedná se o jednoduché zařízení umístěné mezi spodním a horním stolem. Složeno je z hřídele o průměru 28 mm, která je uložena v pryžových pouzdrech umístěných v nábojích. Tyto náboje jsou navařeny na víka o rozměrech 360 x 310 mm. Až tyto víka jsou přišroubovány k přírubám osmi šrouby M10 x 25 ve stěnách skříně PSU.

Na hřídeli uvnitř skříně PSU je navařený plech tloušťky 5 mm o rozměrech 300 x 260 mm, který je vycentrován tak, aby procházel středem skříně.



Obr. 6. Mechanický hlídač paliva

Z vnějších stran skříně, kde je hřídel uchycen v pouzdrech, je z jedné strany zapouzdračen a uzavřen kruhovým víkem o průměru 90 mm. Ze strany druhé hřídel prochází přes pouzdro v náboji uzavřeném opět kruhovým víkem. Ve víku je ovšem díra průměru hřídele kudy hřídel přechází o 100 mm nad víko. Na tomto kuse hřídele je uchyceno rameno se závažím. Nastavený úhel mezi závažím a plechem uvnitř skříně, který se za

chodu podavače dotýká a kopíruje vrstvu hladiny surového uhlí je stanoven tak, že rameno se závažím leží ve vodorovné poloze opřené o navažený doraz a hrana plechu uvnitř skříně je nastavená zhruba 10-20 mm nad výšku řetězu.



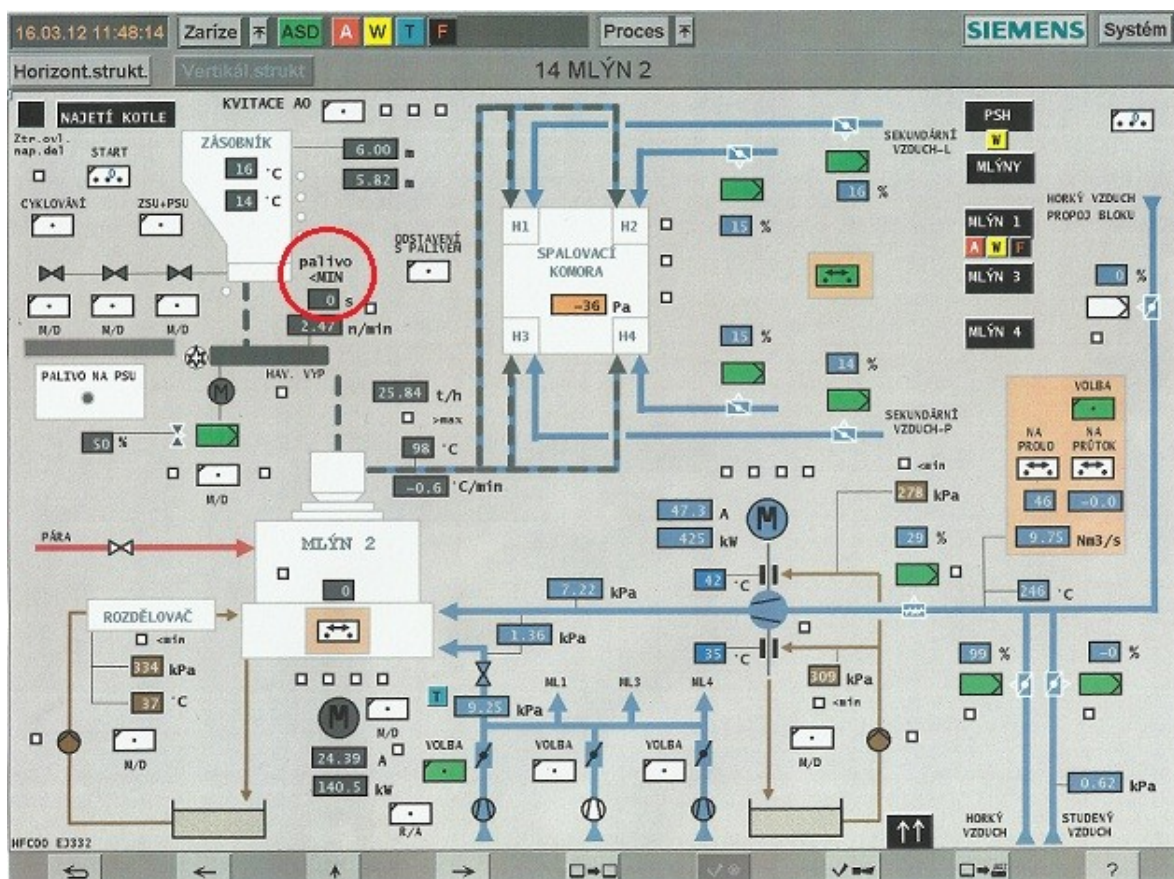
Obr. 7. Rameno se závažím mech. hlídače bez průchodu paliva

V tomto stavu je hladina paliva 0 a indukční snímač je sepnutý vlivem hrany závaží ležícího na dorazu. Za provozu může zůstat uhlí zaklenbováno v ZSU a tudíž dojít k přerušení dodávky paliva do ML. Pokud tento stav nastane, rameno klesne na doraz, indukční snímač sepne a začne odpočet 120 vteřin. Tento odpočet je signalizován operátorům PG na velínu ve vizualizačním softwaru Teleperm XP od společnosti SIEMENS.

Dojde-li k obnovení toku paliva do PSU zásahem operátora např. odstřelením vzduchovými děly do časového limitu 120 vteřin, vlivem obnovené vrstvy paliva se plech uvnitř a tudíž i vnější rameno přizvednou a indukční snímač se rozpojí. Nedojde-li do této doby k obnovení chodu paliva, zapůsobí AO a podavač je hned odstaven.



Obr. 8. Rameno se závažím mech. hlídače s průchodem paliva



Obr. 9. Zobrazení odpočtu v softwaru Teleperm XP

7.6 Popis navrhovaného mechanického hlídače paliva

Při navrhování nového mechanického hlídače chci splnit tyto podmínky:

- zachování současné skříně PSU beze změn
- lepší a účinnější uložení hřídele ve stěnách skříně PSU
- posunutí uložení hřídele výš nad řetěz
- větší a jinak tvarované vnitřní rameno na hřídeli
- upravené vnější rameno se závažím

Největším problémem u tohoto hlídače je samotné uložení do stěn skříně. Vzhledem k podmínkám, ve kterých toto zařízení pracuje, je složité najít řešení, které by bylo ideální. Uhlí v podavači se časem dostane do tohoto uložení a zařízení potom drhne a vnější rameno se nevrací zpět k dorazu.

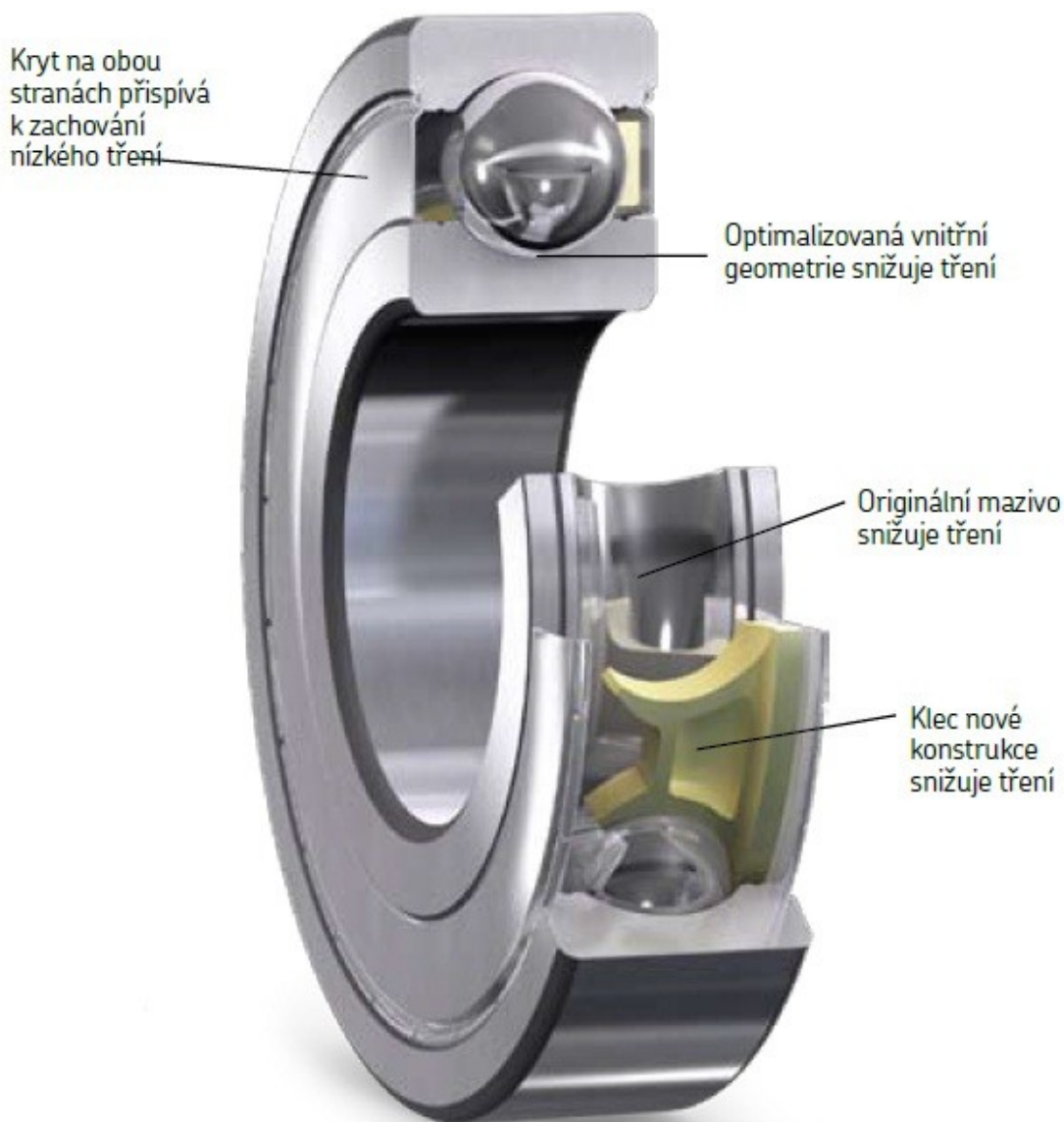
Navrhuji proto výměnu současného uložení za dle mého názoru účinnější ložiskové, kde ložisko je navíc chráněno hřídelovým těsnícím kroužkem. Průměr hřídele volím 30 mm z konstrukční oceli 11 500, který je o 2 mm větší než současný hřídel. Náboj bude vysoustružen nový právě pro hřídelový těsnící kroužek CR 30x45x8 HMSA10 RG s přidavným těsnícím břitkem od firmy SKF a pro kuličkové ložisko s kryty E2.6205-2Z rovněž od této firmy.

Hřídelový těsnící kroužek je vyroben z nitrilkaučuku a jeho těsnící břit slouží k zabránění průniku nečistot do uložení.



Obr. 10. Řez hřídelovým těsnícím kroužkem HMSA10 RG

Energeticky účinná kuličková ložiska SKF jsou standardně opatřena na obou stranách kryty z ocelového plechu. Jsou naplněna speciálním plastickým mazivem SKF, které zaručuje nízkou hlučnost a nízké tření. Standardní plastické mazivo není vyjádřeno přídatným označením ložiska. Plastické mazivo vyplňuje cca 25 až 35 % volného prostoru v ložisku. Ložiska jsou namazána na celou dobu trvanlivosti a nemusejí být domazávána.



Obr. 11. Kuličkové ložisko s kryty E2.6205-2Z

Z jedné strany náboj bude uzavřen kruhovým víkem a ze strany druhý bude průchozí víko, kudy bude procházet hřídel opět utěsněný hřídelovým kroužkem, ale tentokrát menším CR 25x35x6 HMSA10 RG s přidavným těsnicím břitem od firmy SKF.

Osa hřídele je 325 mm nad spodním stolem a vzhledem ke změně a prodloužení vnitřního ramene bude nová hřídel i s uložením posunuta o 40 mm výš svisle nahoru. Ve vodorovném směru bude umístění zachováno. Z tohoto důvodu budou muset být vyrobená nová upravená víka, ve kterých jsou náboje s hřídelem.

Vnitřní rameno bude oproti současnému obdélníkovému tvaru atypického tvaru. Šířka ramene bude 300 mm a prodlouženo bude na 647 mm. U návrhu tvaru ramene je nutno brát v potaz i to, že bude nastaveno těsně nad výšku řetězu, což je 80 mm nad spodní stůl. Nebude navařeno napevno k hřídeli, ale přichyceno dvěma šrouby M16x40 k přípravku navařenému k hřídeli pro možnost výměny poškozené části. Rameno bude vyhotoveno z oceli 11 373 tl. 5 mm.

Vnější rameno bude vyrobeno z oceli třídy 11 373. Na násuvném dutém náboji tvaru válce délky 50 mm bude vyvrtána díra skrz jednu stranu náboje se závitem M 10. Na tomto náboji bude navařen plech 250x40 mm tl. 6 mm jako tělo celého ramene. Hlavu bude tvořit závaží o hmotnosti cca 5,5 kg. Celý tento soubor bude nasunut na konec výstupu hřídele ze skříně PSU a nastaveno na úhel 27° mezi vnitřním a vnějším ramenem. Zajištěno bude šroubem M 10x40 a kontra maticí M10 pro zajištění šroubu proti uvolnění.

Celé navrhované zařízení je nakresleno v soustavě se skříní PSU. Tato výkresová dokumentace je součástí mé bakalářské práce.

8. ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout účinné mechanické zařízení, které má za úkol pohlídat stav, zda-li je palivo ze ZSU do ML dopravováno. Je důležité, aby operátor PG tuto informaci měl pořád k dispozici. Pokud by toto zařízení v PSU instalováno nebylo, nastává velký problém z hlediska provozu mlecího okruhu.

Pokud je toto zařízení z mechanické stránky spolehlivé a plně funkční, dokáže signalizovat aktuální stav hladiny paliva v PSU a lze tedy neprodleně zasáhnout a zaklenbované uhlí tak odstřelem uvolnit.

Pokud by toto zařízení instalováno nebylo, tak lze poznat zaklenbování jinými faktory, jako je např. zvýšená teplota za třídičem uhelného mlýna, ovšem s určitým časovým zpožděním.

Variant, jak je možno hlídat hladinu paliva je víc. Jednou z nich jsou elektrická čidla umístěná na spodní straně horního stolu. Elektronické hlídání hladiny je však u zařízení jako jsou PSU velice nespolehlivé a nevhodné. Uhlý mlýn palivo rozemílá a zároveň vysouší a vlivem toho je atmosféra v mlýně vlhká. PSU pracuje v přetlaku od vháněného vzduchu do mlýna a utěsněným zásobníkem uhlím. Proto se vlhká atmosféra i s jemným uhelným popílkem dostává do skříně PSU, elektronická čidla zalepí a ty se stávají nefunkčními. Proto nejspolehlivější variantou zůstává mechanické hlídání hladiny paliva.

Černé uhlí je materiál, který je poměrně dost náchylný na venkovní podmínky. Vzhledem k tomu, že v EDĚ je skládka paliva nezastřešená a tím vystavená změnám počasí, může dopravované uhlí obsahovat dost vody. Zásobníky surového uhlí bývají obvykle naplněny uhlím do výšky kolem 6 m a pokud je mlecí okruh odstaven a uhlí je v zásobnících mokré a bez pohybu, po nějaké době se může nalepit ke stěnám ZSU. Pro zmírnění klenbování jsou šikmé stěny ZSU vyloženy nerezovým plechem.

Mnou navrhované zařízení jsem se snažil vylepšit o nedostatky, které má současné zařízení v EDĚ. Největší pozornost byla věnována uložení do stěn skříně PSU a tvaru vnitřního ramene. Předpokládám, že u nového uložení již nenastane problém s přidřením hřídele v prýžových pouzdrech a tudíž nezůstanou viset oba ramena ve stavu maximální hladiny. Tím se stává zařízení zcela nefunkčním. Další výhodou je nově navržený tvar

vnitřního ramene. U PSU je možno reverzovat chod v případě, že je to nutné pro uvolnění řetězu PSU, který může zůstat zaklíněn cizím tělesem dopraveným uhlím, jako je třeba kus dřeva, nebo kámen. U nynějšího zařízení je nutné při této manipulaci ručně přizvednout vnější rameno, aby vnější rameno vlivem svého tvaru nebránilo chodu vrstvě uhlí zpět. U nově navrhovaného tvaru je tato operace možná bez jakékoliv manipulace na zařízení.

U nového návrhu zařízení se dá předpokládat vzhledem k těmto inovacím vyšší účinnosti a celkově spolehlivější provoz. To vše jsou ovšem jen spekulace a jediná možnost, jak se o tomto přesvědčit, je samotná realizace mechanického zařízení do PSU v EDĚ.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PTOSZEK MILAN: Místní provozní předpis kotelna PG 650 t/h.
- [2] http://www.skf.com/portal/skf_cz/home - hřídelové těsnící kroužky a ložiska
- [3] <http://www.cez.cz> – elektrárna Dětmarovice

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č.1: - výrobní výkresy jednotlivých dílů mechanického zařízení (počet listů: 7)
 - sestavný výkres osazení zařízení do skříně PSU (počet listů: 1)
- Příloha č.2: - seznam položek (počet listů: 1)

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1. Schéma kotle PG 650 t.h ⁻¹	11
Obr. 2. Schéma uhelného mlýna MKM-33	14
Obr. 3. Schéma mlýnského ventilátoru WPM	19
Obr. 4. Schéma uhelného práškového hořáku	25
Obr. 5. Skříň PSU.....	31
Obr. 6. Mechanický hlídač paliva	32
Obr. 7. Rameno se závažím mech. hlídače bez průchodu paliva.....	33
Obr. 8. Rameno se závažím mech. hlídače s průchodem paliva.....	34
Obr. 9. Zobrazení odpočtu v softwaru Teleperm XP	34
Obr. 10. Řez hřídelovým těsnícím kroužkem HMSA10 RG	35
Obr. 11. Kuličkové ložisko s kryty E2.6205-2Z.....	36
Tab. 1. Autonomní ochrany PSU	29

PODĚKOVÁNÍ

Na závěr bych chtěl tímto poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Dr. Ing. Bohumíru Čechovi za jeho čas, cenné rady a odbornou pomoc při tvorbě mé bakalářské práce.

V Ostravě: 20.5.2013

Podpis:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Bohumír Čech', written over the 'Podpis:' label.